

Motor bakar penyalaan kompresi gerak bolak-balik untuk kegunaan umum – Spesifikasi, unjuk kerja dan Metode uji



© BSN 2012

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen ini dengan cara dan dalam bentuk apapun serta dilarang mendistribusikan dokumen ini baik secara elektronik maupun tercetak tanpa izin tertulis dari BSN

BSN
Gd. Manggala Wanabakti
Blok IV, Lt. 3,4,7,10.
Telp. +6221-5747043
Fax. +6221-5747045
Email: dokinfo@bsn.go.id
www.bsn.go.id

Diterbitkan di Jakarta

Daftar isi

Daftar isi.....	i
Prakata	ii
1 Ruang lingkup.....	1
2 Acuan normatif.....	1
3 Istilah dan definisi	1
4 Klasifikasi dan spesifikasi	3
5 Syarat unjuk kerja	5
6 Pengambilan contoh	8
7 Metode uji	8
8 Syarat lulus uji	13
9 Penandaan	13
Lampiran A	15
Lampiran B	16
Lampiran C	18
Lampiran D	19
Lampiran E	20
Lampiran F.....	22
Lampiran G.....	23
Lampiran H	25
Bibliografi	30

Prakata

Standar Nasional Indonesia (SNI) *Motor bakar penyalaan kompresi gerak bolak-balik untuk kegunaan umum – Spesifikasi, Unjuk kerja dan metode uji* ini merupakan revisi SNI 0119: 2009, *Motor bakar penyalaan kompresi gerak bolak-balik untuk kegunaan umum – Unjuk kerja dan cara uji*. Standar ini disusun dengan pertimbangan kebutuhan perlindungan konsumen, penyesuaian dengan teknologi yang ada, menjamin kepastian mutu di dalam perdagangan terhadap produk yang selalu berkembang.

Standar ini disusun oleh Panitia Teknis 21-01, *Permesinan dan produk permesinan*, telah dibahas dalam rapat teknis dan telah dikonsensuskan di Jakarta pada tanggal 21 Juli 2011 yang dihadiri oleh wakil-wakil dari produsen, konsumen, lembaga penelitian dan instansi pemerintah terkait.



Motor bakar penyalan kompresi gerak bolak-balik untuk kegunaan umum – Spesifikasi, unjuk kerja dan metode uji

1 Ruang lingkup

Standar ini menetapkan spesifikasi, unjuk kerja dan metode uji motor bakar penyalan kompresi gerak bolak-balik silinder tunggal empat langkah untuk kegunaan umum daya rem sampai maksimum 25 kW.

2 Acuan normatif

ISO 15550:2002, *Internal combustion engines – Determination and method for the measurement of engine power – General requirements.*

3 Istilah dan definisi

3.1

daya aksesoris

daya diperlukan untuk menggerakkan perlengkapan yang dipasang pada motor, agar motor dapat menghasilkan daya seperti dinyatakan

3.2

daya gesek

daya diperlukan untuk melawan gesekan-gesekan pada motor yang berputar, berikut perlengkapan lain yang bergesekan selama waktu pengujian

3.3

daya indikator

daya total yang terjadi di dalam silinder kerja yang ditimbulkan oleh gas pada bagian pembakaran untuk menggerakkan torak

3.4

daya pada pembatasan bahan bakar maksimal

daya maksimal yang dibangkitkan motor dalam penggunaannya yang sesuai, selama waktu dan kecepatan motor serta kondisi tertentu sampai dengan pembatasan pemberian bahan bakar

3.5

daya rem (*brake horse power*)

daya yang diukur pada poros keluar motor

3.6

daya rem lebih / daya maksimum

SNI 0119:2012

daya rem yang terbesar yang dapat diberikan oleh motor baik secara terus-menerus selama satu jam untuk selang waktu 12 jam. Bila tidak ada data lain yang diberikan, daya lebih bernilai 110% dari daya terus menerus

3.7

daya operasionil / kontinyu

daya yang ditentukan pada kondisi sekeliling dan kondisi operasi dari pemakaian suatu motor

3.8

daya rem tanpa margin beban lebih

daya rem terbesar yang dapat diberikan motor selama waktu yang sesuai dengan penggunaannya, dimana pembatasan disetel terlebih dahulu sehingga daya rem tidak dapat dilampaui

3.9

daya rem terus-menerus dengan margin beban lebih

daya rem terbesar yang dapat diberikan oleh motor sesuai dengan penggunaannya dengan pembatasan daya diatur sehingga memungkinkan adanya suatu daya rem lebih

3.10

daya tertinggi

daya rem yang dapat diberikan motor, tanpa beban lebih, secara mekanis maupun termis selama 15 menit

3.11

konsumsi bahan bakar

massa bahan bakar yang dibutuhkan motor per satuan waktu

3.12

konsumsi minyak pelumas

massa minyak pelumas yang dibutuhkan motor per satuan waktu

3.13

kecepatan putar motor

kecepatan putaran rata-rata poros engkol setiap menit yang dinyatakan dalam putaran per-menit

3.14

motor bakar

peralatan mekanis yang menghasilkan daya pada poros keluarnya, akibat proses termodinamis dalam silinder dengan torak yang bergerak bolak-balik, lengkap dengan seperangkat perlengkapan yang harus dipasang padanya, agar dapat menghasilkan unjuk kerja sesuai fungsinya

3.15

motor bakar untuk kegunaan umum

motor penggerak mula untuk semua peralatan yang membutuhkan daya gerak

4 Klasifikasi dan spesifikasi

4.1 Klasifikasi

Motor penyalan kompresi gerak bolak-balik silinder tunggal dengan empat langkah diklasifikasikan berdasarkan besar daya rem (kW), yaitu:

Kelas A : 4,10 kW sampai dengan 5,22 kW (5,0 HP ~ 7,0 HP)
Kelas B : 5,60 kW sampai dengan 6,71 kW (7,1 HP ~ 9,0 HP)
Kelas C : 6,79 kW sampai dengan 10,44 kW (9,1 HP ~ 14,0 HP)
Kelas D : 10,52 kW sampai dengan 14,92 kW (14,1 HP ~ 20,0 HP)
Kelas E : 14,99 kW sampai dengan 18,65 kW (20,1 HP ~ 25,0 HP)
Kelas F : 18,72 kW sampai dengan 26,11 kW (25,1 HP ~ 35,0 HP)

Catatan: 1 HP = 0,746 kW

4.2 Spesifikasi

Spesifikasi motor bakar penyalan kompresi terdapat pada Tabel 1



Tabel 1 – Spesifikasi motor bakar penyalan kompresi gerak bolak balik empat langkah

Deskripsi	Satuan	Spesifikasi motor bakar berdasarkan daya rem motor					
		Kelas A	Kelas B	Kelas C	Kelas D	Kelas E	Kelas F
Diameter x langkah	mm	75 ~ 80 x 75 ~ 80	80 ~ 88 x 78 ~ 90	85 ~ 96 x 78 ~ 105	100 ~ 110 x 105 ~ 115	110 ~ 118 x 105 ~ 115	118 ~ 130 x 115 ~ 125
Isi Silinder	cc	331 ~ 382	411 ~ 510	474 ~ 760	587 ~ 1007	1093 ~ 1194	1257 ~ 1593
Daya Rem Kontinyu	kW / rpm	3,36 ~ 4,47 / 2200 ~ 2600	4,85 ~ 5,60 / 2200 ~ 2600	5,96 ~ 9,32 / 2200 ~ 2400	9,7 ~ 11,94 / 1800 ~ 2400	12,68 ~ 16,04 / 2200 ~ 2400	18,65 ~ 20,14 / 2200 ~ 2400
Daya Rem Maksimum	kW / rpm	4,10 ~ 5,22 / 2200 ~ 2600	5,60 ~ 6,71 / 2200 ~ 2600	7,46 ~ 10,44 / 2200 ~ 2400	11,56 ~ 14,92 / 1800 ~ 2400	16,41 ~ 18,65 / 2200 ~ 2400	20,14 ~ 23,87 / 2200 ~ 2400
Momen puntir Maksimum	N.m / rpm	15,68 ~ 25,02 / 1600 ~ 1900	25,48 ~ 33,45 / 1600 ~ 1900	25,48 ~ 53,46 / 1600 ~ 1900	58,80 ~ 73,57 / 1200 ~ 1800	68,67 ~ 86,33 / 1200 ~ 1800	88,29 ~ 107,80 / 1400 ~ 1600
Sistem pembakaran		Pembakaran langsung (<i>Direct Injection</i>) atau Pembakaran tidak langsung (<i>Indirect Injection</i>)					
Alat Penyeimbang		Dua penyeimbang aksial					
Cara menghidupkan		Starter listrik dan engkol starter					
Jenis bahan bakar		HSD dengan Cetane No. 35 ~ 50					
Sistem pelumasan		Oli diedarkan dengan Pompa trochoid					
Jenis minyak pelumas		SAE 30, SAE 40					
Arah putaran		Berlawanan dengan arah putaran jarum jam dilihat dari roda gaya					
Konsumsi bahan bakar	g / kW.jam	234,58 ~ 295,0	230,56 ~ 268,0	227,8 ~ 281,5	239,95 ~ 268	227,9 ~ 268	227,8 ~ 268,0
Sistem pendinginan		Hopper / Radiator / Udara					
Isi Air pendingin (lt)	Hopper	8,0 ~ 11,0	8,9 ~ 12,0	11,0 ~ 14,0	13,0 ~ 24,0	22,0 ~ 24,0	23,0 ~ 27,0
	Radiator	1,25 ~ 2,0	1,5 ~ 2,0	1,50 ~ 3,0	3,0 ~ 4,70	4,70 ~ 6,0	5,0 ~ 6,0
Isi Tangki Bahan Bakar	lt	4,0 ~ 7,50	7,5 ~ 10,5	7,50 ~ 14,3	11,0 ~ 16,6	16,0 ~ 25,0	16,0 ~ 29,5
Isi Minyak Pelumas	lt	1,2 ~ 2,0	1,8 ~ 2,4	1,8 ~ 3,0	3,0 ~ 5,0	5,0 ~ 7,0	6,0 ~ 9,8
Berat Mesin	kg	49,0 ~ 74,0	82,0 ~ 95,0	83,0 ~ 140,0	135,0 ~ 202,0	175,0 ~ 216,0	195,0 ~ 260,0
Dimensi Mesin (PxLxT)	mm	(535 ~ 682) x (326 ~ 342) x (445 ~ 492)	(650 ~ 750) x (336 ~ 522) x (455 ~ 600)	(530 ~ 795) x (336 ~ 380) x (497 ~ 776)	(621 ~ 941) x (380 ~ 490) x (646 ~ 895)	(657 ~ 1064) x (448 ~ 468) x (667 ~ 964)	(795 ~ 994) x (466 ~ 502) x (690 ~ 955)

5 Syarat unjuk kerja

Syarat unjuk kerja dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 - Daftar parameter dan toleransi ukur alat uji

No.	Parameter	Simbol	Satuan	K e l a s						Toleransi Ukur alat Uji
				A	B	C	D	E	F	
1	Daya rem kontinyu ³⁾	P _e	kW	3,36 ~ 4,47	4,85 ~ 5,60	5,96 ~ 9,32	9,7 ~ 11,94	12,68 ~ 16,04	18,65 ~ 20,14	± 2 %
2	Kecepatan putar pada kondisi daya rem kontinyu ¹⁾	n	s ⁻¹ min ⁻¹ r/min	2200 ~ 2600	2200 ~ 2600	2200 ~ 2400	1800 ~ 2400	2200 ~ 2400	2200 ~ 2400	± 2 %
3	Daya rem maksimum ³⁾	P _e	kW	4,10 ~ 5,22	5,60 ~ 6,71	7,46 ~ 10,44	11,56 ~ 14,92	16,41 ~ 18,65	20,14 ~ 23,87	± 2 %

Tabel 2 - (Lanjutan)

No.	Parameter	Simbol	Satuan	K e l a s						Toleransi Ukur alat Uji
				A	B	C	D	E	F	
4	Kecepatan putar pada kondisi daya rem maksimum ¹⁾	n	s^{-1} min ⁻¹ r/min	2200 ~ 2600	2200 ~ 2600	2200 ~ 2400	1800 ~ 2400	2200 ~ 2400	2200 ~ 2400	± 2 %
5	Momen puntir motor ³⁾	T _{tq}	kN.m	15,68 ~ 25,02	25,48 ~ 33,45	25,48 ~ 53,46	58,8 ~ 73,57	68,17 ~ 86,13	88,29 ~ 107,8	± 2 %
6	Kecepatan putar pada kondisi momen puntir motor ¹⁾	n	s^{-1} min ⁻¹ r/min	1600 ~ 1900	1600 ~ 1900	1600 ~ 1900	1200 ~ 1800	1200 ~ 1800	1400 ~ 1800	± 2 %

Tabel 2 - (Lanjutan)

No.	Parameter	Simbol	Satuan	Kelas						Toleransi Ukur alat Uji
				A	B	C	D	E	F	
7	Konsumsi bahan bakar spesifik (maksimum) ¹⁰⁾	g _f	g/(kWh)	234,58 ~ 295,0	230,56 ~ 268,0	227,8 ~ 281,5	239,95 ~ 268,0	227,9 ~ 268,0	227,8 ~ 268,0	± 3 %
8	Konsumsi spesifik minyak pelumas (maksimum) ¹⁰⁾	C _{cyl}	g/(kW.h) g/MJ	0,95 ~ 1,34	0,95 ~ 1,34	0,95 ~ 1,34	0,95 ~ 2,04	0,95 ~ 2,04	0,95 ~ 1,34	± 5 %
9	Kepekatan asap maksimum ¹¹⁾	N	Bosh smoke number atau JIS	5,0 atau 54 %	5,0 atau 54 %	5,0 atau 54 %	5,0 atau 54 %	5,0 atau 54 %	5,0 atau 54 %	

Catatan : *) diisi nilai yang dinyatakan pada saat melakukan pengujian.

Keterangan Tabel 2 :

- No. 1, 3c, 5 : Diukur dengan electric Dynamometer, rem hidrolis atau peralatan yang serupa
 No. 2 , 4, 6 : Diukur dengan Tachometer, penghitung putaran atau *tachoscope*
 No. 7 , 8 : Pemakaian diukur dengan metode massa atau volume, dengan menetapkan waktu selama kuantitas fluida yang diberikan. Dihakiskan, menggunakan sistim perbedaan tekanan normal atau jenis alat engukur yang lain
 No. 9 : Diukur dengan mengalirkan gas yang diketahui volumenya melalui luas spesifik dari kertas saringan (smoke paper) dan menentukan pengukuran pantulan cahaya dari saringan.

6 Pengambilan contoh

Contoh uji diambil secara acak sebanyak 2 (dua) unit per model dari alur produksi dan atau di gudang.

7 Metode uji**7.1 Umum****7.1.1 Kondisi acuan ideal**

Pengujian daya, konsumsi bahan bakar, konsumsi minyak pelumas dan emisi gas buang dapat dilakukan pada kondisi referensi standar, maupun kondisi dimana motor dioperasikan.

Kondisi referensi standar ditetapkan:

Tekanan total barometer, P_r = 100 kPa (100kN/m²)
 Suhu udara, T_r = 300 K (27 °C)
 Kelembaban relatif, e = 60%

7.1.2 Daya operasional

Untuk mewujudkan suatu daya operasi, kondisi-kondisi sebagai berikut harus diambil untuk perhitungan:

- a) kondisi sekeliling
- b) beban normal motor
- c) lama tenggang waktu periode pemeliharaan yang diharapkan

7.2 Alat uji dan persyaratannya

Alat uji yang digunakan dalam pengujian harus terkalibrasi.

7.2.1 Momen puntir

7.2.1.1 Momen puntir diukur dengan menggunakan dinamometer setelah motor stabil.

7.2.1.2 Batas skala dinamometer harus lebih besar dari daya motor maksimum atau 75 %.

7.2.1.3 Kopling yang menghubungkan motor dengan dinamometer harus tetap seimbang (*balance*) dan hanya boleh menyerap daya sekecil-kecilnya pada berbagai tingkat kecepatan motor selama pengujian.

7.2.2 Kecepatan putar

Kecepatan putar diukur dengan tachometer atau tachoscope. Lama waktu pengukuran kecepatan putar harus diambil lebih dari 20 detik untuk setiap pengukuran.

7.2.3 Waktu

Waktu diukur dengan *stopwatch*.

7.2.4 Konsumsi bahan bakar

7.2.4.1 Pengukuran konsumsi bahan bakar berdasarkan massa

7.2.4.2 Waktu untuk setiap pengukuran harus lebih dari 10 detik

7.2.4.3 Satuan konsumsi bahan bakar dinyatakan dalam g/detik

7.2.5 Konsumsi, suhu dan tekanan minyak pelumas

7.2.5.1 Konsumsi, suhu dan tekanan minyak pelumas diukur dengan syarat-syarat sebagai berikut:

- Konsumsi minyak pelumas diukur dengan satuan g/jam.
- Pengukuran minyak pelumas yang dilakukan dengan cara mengukur selisih berat minyak pelumas sebelum dan sesudah pengujian dengan memperhatikan suhu pelumas dan waktu pengujian yang ditetapkan.

7.2.5.2 Suhu minyak pelumas dari motor bakar dengan sistem pelumasan yang mempunyai palung pelumas, harus diukur pada tengah kedalaman dari palung pelumas. Apabila hal ini tidak mungkin dilakukan pengukuran, suhu dapat diukur pada tempat lain yang memungkinkan.

7.2.6 Suhu

7.2.6.1 Suhu diukur dengan termometer atau termokopel

7.2.6.2 Suhu-suhu perlu diukur serta lokasi-lokasi pengukuran adalah sebagai berikut:

- Suhu udara yang masuk ke dalam motor dari sekelilingnya (suhu ruang) (T_{a1}) diukur dengan cara sedemikian rupa untuk memperoleh suhu rata-rata udara dengan memperhatikan posisi, thermometer atau thermocouple harus terlindung dari radiasi panas, serta pengukuran dilakukan minimal pada 3 titik masing-masing 3 kali pada radius minimal 1500 mm dari saringan udara.
- Suhu udara yang masuk ke dalam motor (T_{a2}) diukur dengan cara sedemikian rupa untuk memperoleh suhu rata-rata udara dengan memperhatikan posisi thermometer atau thermocouple pada lubang udara masuk (intake manifold).
- Pada motor berpendingin air, suhu air pendingin (T_{cool}) diukur dengan cara sedemikian rupa dengan menempatkan thermometer atau thermocouple pada saluran masuk dan saluran keluar air pendingin.
- Pada motor berpendingin udara, suhu diukur pada sirip kepala silinder.

- e. Suhu gas buang (T_g) diukur dengan cara sedemikian rupa dengan menempatkan thermometer atau thermocouple pada saluran pembuangan atau exhaust manifold
- f. Suhu minyak pelumas (T_o) diukur dengan cara sedemikian rupa dengan menempatkan thermometer atau thermocouple pada titik-titik tertentu
- g. Suhu bahan bakar (T_f) diukur dengan cara sedemikian rupa dengan menempatkan thermometer atau thermocouple pada titik-titik tertentu atau pada saluran bahan bakar sebelum masuk ke motor

7.2.7 Persyaratan emisi gas buang dan tingkat kebisingan

Persyaratan emisi gas buang untuk motor bakar sesuai dengan peraturan yang berlaku. Tingkat kebisingan tidak lebih dari 95 dB diukur dari jarak 1 m pada beban kontinyu dari sumber suara dengan *sound level meter*.

7.2.8 Pengukuran kondisi ideal

7.2.8.1 Untuk menentukan kondisi tempat pengujian digunakan sling thermometer lengkap dengan "thermometer tabung basah dan kering" atau alat-alat ukur lain yang fungsinya sejenis.

7.2.8.2 Untuk menentukan tekanan udara pada ruang pengujian digunakan aneroid atau mercury barometer atau alat-alat ukur lain yang fungsinya sejenis.

7.3 Kondisi uji

7.3.1 Jalankan motor sampai tercapai suhu pelumas 80 °C.

7.3.2 Pengujian dilakukan dengan dinamometer.

7.3.3 Selama pengujian motor berlangsung, tambahan pengaturan-pengaturan tidak boleh dilakukan kecuali untuk mempertahankan kondisi pengujian dan operasi normal.

7.3.4 Bila penghentian terjadi yang disebabkan oleh kerusakan bagian motor, maka keputusan untuk pengulangan secara sebagian atau keseluruhan pengujian ini harus terekam.

7.3.5 Penyesuaian daya rem dan konsumsi bahan bakar spesifik

Bila kondisi pengujian menyimpang dari kondisi acuan ideal (lihat sub pasal 7.1.1) atau kondisi dimana motor digunakan, daya rem yang dihasilkan motor harus dikoreksi dengan cara perhitungan penentuan penyesuaian daya. Cara lain sebagai alternatif adalah dengan pengujian motor dilakukan pada ruangan yang dikondisikan.

Penyesuaian tersebut di atas dilakukan untuk penentuan:

- a) besar daya dan konsumsi bahan bakar spesifik yang diperoleh pada kondisi pengujian motor sudah sesuai dengan nilai yang telah ditentukan.
- b) daya maksimal yang diijinkan pada kondisi yang berbeda dari kondisi acuan ideal untuk mencegah pembebanan lebih pada motor.

7.3.6 Penyesuaian daya rem dan konsumsi bahan bakar spesifik dilaksanakan bila pembebanan kondisi operasi pemakaian motor dengan kondisi acuan ideal lebih besar dari:

- ± 6 K untuk perbedaan suhu absolut udara bebas
- ± 2 kPa untuk perbedaan tekanan barometer

7.3.7 Daya dan konsumsi bahan bakar spesifik harus ditentukan dengan menggunakan rumus pada sub pasal 7.4.1.1.

7.3.8 Jika pada rumus di atas tidak terdapat rumus yang sesuai untuk penyesuaian daya keluar dan konsumsi bahan bakar spesifik, maka cara penyesuaian harus disetujui secara tertulis oleh pihak terkait.

7.3.9 Uji daya rem untuk mendapatkan data daya terhadap kecepatan putar didapatkan dengan cara menjalankan motor pada beberapa kecepatan putar sampai dengan beban penuh (*full throttle*).

7.3.10 Uji konsumsi bahan bakar terdiri dari tingkat beban motor pada berbagai kecepatan untuk konsumsi bahan bakar sampai dengan beban penuh.

7.3.11 Pencatatan data baru boleh dilakukan setelah momen puntir, kecepatan dan suhu sekurang-kurangnya dalam waktu 2 menit menunjukkan nilai yang stabil dengan fluktuasi maksimal sebesar 1%.

7.3.12 Kecepatan motor sedapat mungkin dijaga konstan selama pembacaan dan tidak boleh dideviasi dari kecepatan normal $\pm 1\%$ atau 10 rpm dipilih mana yang lebih besar.

7.3.13 Suhu cairan pendingin pada saluran keluar dijaga pada 358 ± 5 K (85 ± 5) °C.

7.3.14 Pencatatan data dilakukan paling sedikit pada 5 kecepatan putaran, meliputi putaran stabil paling rendah, sampai dengan putaran maksimum sesuai ketentuan.

7.3.15 Data harus dicatat dan dihitung.

7.3.16 Uji konsumsi bahan bakar

Pencatatan data dilakukan paling sedikit dilakukan pada 6 titik tingkat konsumsi bahan bakar. Kalau tidak ada ketentuan lain pembebanan ditentukan pada: 100%, 110%, 75%, 50%, 25%, dan 0% dari beban penuh sehingga didapat karakteristik dari konsumsi bahan bakar pada daerah kerja motor.

7.3.17 Konsumsi minyak pelumas

- Konsumsi minyak pelumas spesifik ialah pemakaian minyak pelumas persatuan daya yang harus dinyatakan.
- Konsumsi minyak pelumas dalam suatu jangka waktu tertentu dari motor harus dinyatakan.
- Minyak pelumas untuk keperluan pengujian harus merupakan minyak pelumas normal yang disyaratkan oleh pabrik.

7.3.18 Petunjuk Pengujian

Petunjuk pengujian untuk memenuhi persyaratan dilakukan sebagai berikut (lihat Lampiran H)

7.4 Perhitungan

7.4.1 Penyesuaian daya rem

7.4.1.1 Daya rem yang dihasilkan motor yang diuji harus disesuaikan apabila perbedaan antara kondisi operasi dengan kondisi acuan ideal lebih besar dari:

- ± 6 K untuk perbedaan suhu absolut udara bebas.
- ± 2 kPa untuk perbedaan tekanan barometer.

7.4.1.2 Apabila dibutuhkan untuk menjalankan motor, pada kondisi selain kondisi acuan ideal (lihat sub pasal 7.1.1) maka daya rem bersih yang dihasilkan motor harus disesuaikan dengan menggunakan rumus sebagai berikut (lihat catatan 1):

$$P_x = \alpha P_r \dots\dots\dots (1)$$

$$\alpha = k - 0,7(1 - K)\left(\frac{1}{\eta_m} - 1\right) \dots\dots\dots (2)$$

$$k = \left(\frac{p_x - a\varphi_x p_{sx}}{p_r - a\varphi_r p_{sr}}\right)^m \left(\frac{T_r}{T_x}\right)^n \left(\frac{T_{cr}}{T_{cx}}\right)^s \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan:

P	= daya rem
α	= faktor penyesuaian daya
K	= perbandingan daya indikator
p	= tekanan barometer
P _s	= tekanan uap jenuh
T _c	= suhu udara absolut pengisian yang didinginkan
e	= kelembaban nisbi (lihat catatan 3)
T _c	= suhu absolut udara pengisian yang didinginkan
η	= efesiensi mekanis (lihat catatan 4)
π_r	= perbandingan tekanan dorong pada saat motor mencapai daya yang dinyatakan dalam kondisi referensi standar (perbandingan ini harus dinyatakan oleh pabrik)
π_{Maks}	= perbandingan tekanan dorong maksimal (perbandingan ini harus dinyatakan oleh pabrik)

Indeks bawah r berarti nilai yang bersangkutan dengan kondisi referensi standar. Indeks bawah x berarti nilai yang bersangkutan dengan kondisi operasi pada saat pengujian.

Faktor a, eksponen, m, n dan q adalah nilai numerik yang didapat dari Tabel 3.

CATATAN:

- 1) Apabila kondisi udara bebas pada saat pengujian lebih menguntungkan dibandingkan dengan kondisi referensi standar, maka daya yang dihasilkan pada saat itu boleh dianggap sebagai daya yang dinyatakan dalam kondisi referensi standar.
- 2) Apabila kelembaban nisbi tidak diketahui, maka nilainya harus dianggap 30% untuk rumus referensi A, E, dan G dalam Tabel 3.
Untuk semua rumus referensi yang lain, penyesuaian tidak tergantung pada kelembaban ($a = 0$).
- 3) Nilai efisiensi mekanis (η_m). Bila nilai ini tidak dinyatakan maka diasumsikan $\eta_m = 0,8$.
- 4) Dalam menentukan "Standar Daya" harus menyatakan rumus referensi dalam Tabel 3 yang digunakan, sebagai berikut:

Tabel 3 - Nilai numerik dari faktor penyesuaian daya

Jenis motor	tipe bahan bakar	Kondisi		Rumus referensi	Faktor	Eksponen		
					a	m	n	s
Motor bakar penyalan kompresi	diesel fuel oils (minyak solar)	Tanpa turbo charger	Daya terbatas oleh udara dan perbandingan bahan bakar	A	1	1	0,75	0
			Daya terbatas oleh alasan thermis	B	0	1	1	0

CATATAN: Faktor dan eksponen dalam tabel didapat dari hasil pengujian sejumlah motor yang representatif dan harus digunakan dalam hal tidak didapatkan informasi yang khusus. Tabel 3 hanya berlaku untuk motor empat langkah saja.

7.4.1.3 Penyesuaian konsumsi bahan bakar

Bila motor diperlukan beroperasi pada kondisi acuan tidak ideal (lihat sub pasal 7.1.1), maka konsumsi bahan bakarnya akan berbeda dengan konsumsi bahan bakar pada saat motor tersebut beroperasi pada kondisi acuan ideal, oleh karena itu harus diadakan penyesuaian dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$b_x = \beta b_r \dots\dots\dots (4)$$

$$\beta = \frac{k}{\alpha} \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan:

b = konsumsi bahan bakar spesifik
 β = faktor penyesuaian konsumsi bahan bakar
 α = faktor penyesuaian daya
k = perbandingan daya indikator

Indeks bawah r berarti nilai yang bersangkutan dengan kondisi acuan ideal.
Indeks bawah x berarti nilai yang bersangkutan dengan kondisi operasi pada saat pengujian.

8 Syarat lulus uji

Motor bakar penyalan kompresi gerak bolak balik untuk kegunaan umum dinyatakan lulus uji bila memenuhi persyaratan mutu dan unjuk kerja sesuai dengan pasal 4 dan pasal 5.

9 Penandaan

9.1 Tiap motor bakar harus diberikan label bagian yang mudah dilihat jelas dengan mencantumkan hal-hal sebagai berikut:

1. Merek
2. Nama Pabrik
3. Model / Tipe
4. No. Seri

5. Daya rem
6. Putaran
7. Volume langkah

9.2 Tiap motor bakar harus dilengkapi label petunjuk atau instruksi teknis mengenai cara pemakaian dan perawatan (misalnya: kapasitas, minyak pelumas, petunjuk tuas kecepatan, dll).



Lampiran A (informatif)

Laporan hasil uji

A.1 Laporan hasil uji harus memuat:

1. Tanggal, tempat, jenis uji dan penguji
2. Jenis bahan bakar dan minyak pelumas yang digunakan selama pengujian
3. Perlengkapan berpengaruh, pengaturan motor dan peralatan perlengkapan-perlengkapan lainnya.
4. Tabel dan data pengukuran selama pengujian
5. Interpretasi dari pengukuran-pengukuran tertentu yang dibutuhkan.
6. Referensi SNI yang digunakan.

A.2 Keterangan teknis yang harus diberikan oleh pabrik

- a) Daya motor
- b) Putaran motor per menit
- c) Arah putaran motor
- d) Jumlah dan susunan letak silinder
- e) Motor empat langkah pengisian udara secara alamiah
- f) Cara menghidupkan motor, perlengkapan yang diserahkan dan perlengkapan tambahan yang dibutuhkan.
- g) Spesifikasi dan nilai kalor bahan bakar terendah dari bahan bakar yang dianjurkan serta konsumsi bahan bakar.
- h) Jenis dan derajat (grade) minyak pelumas yang dianjurkan.
- i) Pemakaian minyak pelumas.
- j) Jenis pengatur putaran motor dan perlambatan putaran motor bila dibutuhkan.
- k) Cara pendinginan, minyak pelumas dan air yang dibutuhkan.
- l) Berat motor, lengkap dengan manipol gas buang dan rangka motor, tanpa minyak pelumas, bahan bakar dan air.
- m) (1) Ukuran bagian motor yang tersebar
- n) (2) Ukuran luar motor dan gambar kasar (outline)
- o) (3) Tinggi kait maksimum yang disyaratkan pada saat perbaikan menyeluruh
- p) Jadwal perawatan yang dianjurkan serta masa perbaikan menyeluruh.
- q) Ketahanan motor untuk pembebanan penuh.

Lampiran B (informatif)

Contoh-contoh perlengkapan yang mungkin dipasang

Daftar A: Parameter uji

Tabel B.1 Daftar parameter uji

NO	Parameter yang diukur	Kelompok Pengukuran					
		Nomor Kelompok Motor					
		A	B	C	D	E	F
A.1.	Tekanan barometer, kelembaban, suhu sekeliling	√	√	√	√	√	√
A.2.	Kecepatan putaran motor atau kecepatan siklus	√	√	√	√	√	√
A.3.	Torsi motor dan / atau daya rem	√	√	√	√	√	√
A.4.	Pompa bahan bakar atau pengatur atau batang pengontrol throttle	X	X	X	X	X	X
A.5.	Pemakaian bahan bakar	√	√	√	√	√	√
A.6.	Tekanan minyak pelumas	√	√	√	√	√	√
A.7.	Suhu gas buang yang keluar dari motor	√	√	√	√	√	√
A.8.	Tekanan udara dan suhu di motor atau tekanan pada lubang masuk alat pengisi tekan	X	X	X	X	X	X
A.9.	Suhu gas sebelum turbocharger	X	X	X	X	X	X
A.10.	Tekanan dorong pada manipol udara	X	X	X	X	X	X
A.11.	Kecepatan putar turbocharger	X	X	X	X	X	X
A.12.	Suhu rata-rata media pendingin pada saat masuk dan keluar blok silinder	√	√	√	√	√	√
A.13.	Suhu minyak pelumas pada saat masuk dan keluar motor	X	X	X	X	X	X
A.14.	Penurunan tekanan udara pada pendinginan udara	X	X	X	X	X	X
A.15.	Tekanan dorong setelah masing-masing pendingin udara	X	X	X	X	X	X
A.16.	Suhu udara pengisi setelah masing-masing pendingin udara	X	X	X	X	X	X
A.17.	Suhu media pendingin pengisi yang masuk dan keluar	X	X	X	X	X	X
A.18.	Tekanan silinder maksimal	X	X	X	X	X	X
A.19.	Tekanan gas pada bagian masuk dari turbocharg	X	X	X	X	X	X
A.20.	Suhu gas buang dari masing-masing silinder	X	X	X	X	X	X
A.21.	Tekanan dan suhu masing-masing sirkuit pendingin	X	X	X	X	X	X
A.22.	Tekanan minyak pelumas pada masing-masing sirkuit, misalnya ; turbocharger, pendingin torak dan sebagainya	X	X	X	X	X	X
A.23.	Tekanan minyak pelumas sebelum dan sesudah saringan-saringan dan pendingin-pendingin	X	X	X	X	X	X
A.24.	Suhu media pendingin sekunder dan minyak pelumas pada saat masuk dan keluar dari pesawat penukar panas	X	X	X	X	X	X
A.25.	Suhu dan Tekanan bahan bakar supply	√	√	√	√	√	√
A.26.	Tekanan kompresi	X	X	X	X	X	X
A.27.	Butir-butir tambahan yang mungkin diikuti dengan persetujuan antara pabrik dan pembeli	X	X	X	X	X	X

Daftar B: Hasil uji

- B.1. : Daya rem
- B.2. : Konsumsi bahan bakar spesifik pada daya rem

Daftar C: Pengecekan fungsi

Pemeriksaan yang harus dilakukan untuk membuktikan :

- C.1. : Berfungsinya dari alat pengaman terhadap putaran yang berlebihan.
- C.2. : Karakteristik dinamis dan karakteristik pada putaran tetap setiap saat dari sistem pengaturan.
- C.3. : kemampuan dari alat-alat yang berfungsi untuk memberi isyarat dan melindungi motor dari kegagalan-kegagalan yang terjadi pada operasinya untuk bereaksi kalau seandainya terjadi kesalahan-kesalahan pada operasi motor tersebut.
- C.4 : Berfungsinya dengan baik semua kontrol tekanan otomatis dan suhu
- C.5. : Kemampuan starter motor.
- C.6. : Suhu komponen utama
- C.7. : Kestabilan motor pada pendukungnya

B.1 Pemeriksaan yang perlu

Daftar C berisi pemeriksaan yang selanjutnya dapat diterapkan untuk motor-motor kelompok 2 sampai dengan 5 pada Daftar A.

B.2 Macam-macam pengujian

Macam-macam pengujian berisi urutan-urutan yang spesifik dari kombinasi frekuensi beban/putaran dan penyetopan. Macam-macam pengujian harus meliputi, sejauh dapat dipakai semua pengukuran-pengukuran, perhitungan dan pemeriksaan yang perlu yang terdapat pada Daftar A, kelompok motor bakar, dan Daftar B dan C dan tambahan lagi Daftar D sebagai berikut:

Daftar D: Uji tambahan

- D.1. : Pemakaian minyak pelumas
- D.2. : Pembongkaran dan pengukuran bagian-bagian yang penting yang mengalami keausan.

Pengujian-pengujian khusus

Pengujian khusus terdapat pada Daftar E sebagai berikut:

Daftar E: Pengujian khusus (contoh)

- E.1. : Tingkat suara
- E.2. : Karakteristik emisi gas buang
- E.3. : Kemampuan untuk mengikuti syarat-syarat pemeliharaan dalam tenggang waktu yang dinyatakan oleh pabrik.

Lampiran C (Normatif)

Penentuan faktor penyesuaian daya (α)

Tabel dibawah ini memberikan nilai-nilai faktor penyesuaian daya (α) untuk nilai-nilai perbandingan dari daya indikator (k) dan efisiensi mekanis (η_m) yang telah diketahui.

Nilai k dapat ditentukan dari Tabel C.1. Nilai η_m dinyatakan seperti pada sub pasal 6.4.1.2 catatan 4.

Tabel C.1 – Nilai faktor penyesuaian daya (α)

k	α					
	Mechanical efficiency (η_m)					
	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95
0,50	0,350	0,383	0,413	0,438	0,461	0,482
0,52	0,376	0,409	0,436	0,461	0,483	0,502
0,54	0,402	0,433	0,460	0,483	0,504	0,523
0,56	0,428	0,457	0,483	0,506	0,526	0,544
0,58	0,454	0,482	0,507	0,528	0,547	0,565
0,60	0,480	0,507	0,530	0,551	0,569	0,585
0,62	0,506	0,531	0,554	0,573	0,590	0,606
0,64	0,532	0,556	0,577	0,596	0,612	0,627
0,66	0,558	0,581	0,601	0,618	0,634	0,648
0,68	0,584	0,605	0,624	0,641	0,655	0,668
0,70	0,610	0,630	0,648	0,663	0,677	0,689
0,72	0,636	0,655	0,671	0,685	0,698	0,710
0,74	0,662	0,679	0,695	0,708	0,720	0,730
0,76	0,688	0,704	0,718	0,730	0,741	0,751
0,78	0,714	0,729	0,742	0,753	0,763	0,772
0,80	0,740	0,753	0,765	0,775	0,784	0,793
0,82	0,766	0,778	0,789	0,798	0,806	0,813
0,84	0,792	0,803	0,812	0,820	0,828	0,834
0,86	0,818	0,827	0,836	0,843	0,849	0,855
0,88	0,844	0,852	0,859	0,865	0,871	0,876
0,90	0,870	0,877	0,883	0,888	0,892	0,896
0,92	0,896	0,901	0,906	0,910	0,914	0,917
0,94	0,922	0,926	0,930	0,933	0,935	0,938
0,96	0,948	0,951	0,953	0,955	0,957	0,959
0,98	0,974	0,975	0,977	0,978	0,978	0,979
1,00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
1,02	1,026	1,025	1,024	1,023	1,022	1,021
1,04	1,052	1,049	1,047	1,045	1,043	1,042
1,06	1,078	1,074	1,071	1,067	1,065	1,062
1,08	1,104	1,099	1,094	1,090	1,086	1,083
1,10	1,130	1,123	1,118	1,112	1,108	1,104
1,12	1,156	1,148	1,141	1,135	1,129	1,124
1,14	1,182	1,173	1,165	1,157	1,151	1,145
1,18	1,234	1,222	1,212	1,202	1,194	1,187
1,20	1,260	1,247	1,235	1,225	1,216	1,207

Lampiran D (Normatif)

Penentuan faktor penyesuaian konsumsi bahan bakar (β)

Tabel dibawah ini memberikan nilai-nilai faktor penyesuaian konsumsi bahan bakar (β) untuk nilai-nilai perbandingan dari daya indikator (k) dan efisiensi mekanis (η_m) yang telah diketahui.

Nilai k dapat ditentukan dari Lampiran D.1.

Nilai η_m seperti pada sub pasal 7.4.1.2 catatan 4.

Tabel D.1 – Nilai faktor penyesuaian konsumsi bahan bakar (β)

k	(β)					
	<i>Mechanical efficiency (η_m)</i>					
	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95
0,50	1,429	1,304	1,212	1,141	1,084	1,083
0,52	1,383	1,275	1,193	1,129	1,077	1,035
0,54	1,343	1,248	1,175	1,118	1,071	1,032
0,56	1,308	1,225	1,159	1,108	1,065	1,030
0,58	1,278	1,203	1,145	1,098	1,060	1,027
0,60	1,250	1,184	1,132	1,090	1,055	1,025
0,62	1,225	1,167	1,120	1,082	1,050	1,023
0,64	1,203	1,151	1,109	1,075	1,046	1,021
0,66	1,183	1,137	1,099	1,068	1,042	1,019
0,68	1,164	1,123	1,090	1,062	1,038	1,018
0,70	1,148	1,111	1,081	1,056	1,035	1,016
0,72	1,132	1,100	1,073	1,051	1,031	1,015
0,74	1,118	1,085	1,066	1,045	1,028	1,013
0,76	1,105	1,080	1,059	1,041	1,025	1,012
0,78	1,092	1,070	1,052	1,036	1,022	1,011
0,80	1,081	1,062	1,046	1,032	1,020	1,009
0,82	1,071	1,054	1,040	1,028	1,017	1,008
0,84	1,061	1,047	1,035	1,024	1,015	1,007
0,86	1,051	1,040	1,029	1,021	1,013	1,006
0,88	1,043	1,033	1,024	1,017	1,011	1,005
0,90	1,035	1,027	1,020	1,014	1,009	1,004
0,92	1,027	1,021	1,016	1,011	1,007	1,003
0,94	1,020	1,015	1,011	1,008	1,005	1,002
0,96	1,013	1,010	1,007	1,005	1,003	1,002
0,98	1,006	1,005	1,004	1,003	1,002	1,001
1,00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
1,02	0,994	0,995	0,997	0,998	0,999	0,999
1,04	0,989	0,991	0,993	0,995	0,997	0,999
1,06	0,983	0,987	0,990	0,993	0,996	0,998
1,08	0,978	0,983	0,987	0,991	0,994	0,997
1,12	0,969	0,976	0,982	0,987	0,992	0,996
1,14	0,965	0,972	0,979	0,985	0,991	0,996
1,16	0,960	0,969	0,976	0,983	0,989	0,995
1,18	0,956	0,966	0,974	0,982	0,988	0,994
1,20	0,952	0,963	0,972	0,980	0,987	0,994

Lampiran E (Informatif)

Penentuan perbandingan dari daya indikator (k)

Rumus (3) dan (4) dapat ditulis sebagai berikut:

$$k = (R_1)^{y_1} (R_2)^{y_2} (R_3)^{y_3}$$

Keterangan:

k = perbandingan daya indikator

Keterangan:

$$R_1 = \frac{p_x \times a \phi P_{sx}}{p_r \times a \phi r P_{sr}} \quad \text{atau} \quad \frac{P_x}{p_{ra}}$$

Keterangan:

$$R_2 = \frac{T_r}{T_x} \quad \text{atau} \quad \frac{T_{ra}}{T_x}$$

Keterangan:

$$R_3 = \frac{T_{er}}{T_{ex}} \quad \text{atau} \quad \frac{T_{cra}}{T_{cx}}$$

Keterangan:

$$y_1 = m; y_2 = n; y_3 = s$$

nilai R_1 dapat ditentukan dari Tabel F.1 dan nilai R yang lain dapat dihitung nilai m , n , s didapat dari Tabel E.1.

Tabel E.1 dibawah ini memberikan nilai R^y untuk perbandingan r dan faktor y yang diketahui.

Nilai k selanjutnya bisa didapatkan dengan cara mengendalikan bersama R^y yang tepat.

Tabel E.1 – Nilai R^y untuk menentukan rasio daya indikator, k

R	R^y								
	Y								
	0,5	0,55	0,57	0,7	0,75	0,86	1,2	1,7	2,0
0,60	0,775	0,755	0,747	0,699	0,682	0,645	0,542	0,409	0,360
0,62	0,787	0,769	0,762	0,716	0,699	0,663	0,564	0,433	0,384
0,64	0,800	0,782	0,775	0,732	0,716	0,681	0,585	0,458	0,410
0,66	0,812	0,796	0,789	0,748	0,732	0,700	0,607	0,483	0,436
0,68	0,825	0,809	0,803	0,763	0,749	0,718	0,630	0,509	0,462
0,70	0,837	0,822	0,816	0,779	0,765	0,736	0,652	0,536	0,490
0,72	0,849	0,835	0,829	0,795	0,782	0,754	0,674	0,563	0,518
0,74	0,860	0,847	0,842	0,810	0,798	0,772	0,697	0,590	0,548
0,76	0,872	0,860	0,855	0,825	0,814	0,790	0,719	0,619	0,578
0,78	0,883	0,872	0,868	0,840	0,830	0,808	0,742	0,647	0,608
0,80	0,894	0,885	0,881	0,855	0,846	0,825	0,765	0,677	0,640
0,82	0,906	0,897	0,893	0,870	0,862	0,843	0,788	0,707	0,672
0,84	0,917	0,909	0,906	0,885	0,877	0,861	0,811	0,737	0,706
0,86	0,927	0,920	0,916	0,900	0,893	0,878	0,834	0,768	0,740
0,88	0,938	0,932	0,930	0,914	0,909	0,896	0,858	0,800	0,774
0,90	0,949	0,944	0,942	0,929	0,924	0,913	0,881	0,832	0,810
0,92	0,959	0,955	0,954	0,943	0,939	0,931	0,905	0,864	0,846
0,94	0,970	0,967	0,965	0,958	0,955	0,948	0,928	0,897	0,884
0,96	0,980	0,978	0,977	0,972	0,970	0,966	0,952	0,931	0,992
0,98	0,990	0,989	0,989	0,986	0,985	0,963	0,976	0,965	0,960
1,00	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
1,02	1,010	1,011	1,011	1,014	1,015	1,017	1,024	1,035	1,040
1,04	1,020	1,022	1,023	1,028	1,030	1,034	1,048	1,071	1,082
1,06	1,030	1,033	1,034	1,042	1,045	1,051	1,072	1,107	1,142
1,08	1,038	1,043	1,045	1,056	1,059	1,068	1,097	1,144	1,166
1,10	1,049	1,054	1,056	1,067	1,074	1,086	1,121	1,182	1,210
1,12	1,058	1,064	1,067	1,078	1,089	1,102	1,146	1,219	1,254
1,14	1,068	1,075	1,078	1,088	1,103	1,119	1,170	1,258	1,300
1,16	1,077	1,085	1,088	1,110	1,118	1,136	1,195	1,297	1,392
1,18	1,086	1,095	1,099	1,123	1,132	1,153	1,220	1,336	1,392
1,20	1,095	1,106	1,110	1,135	1,147	1,170	1,245	1,376	1,440

Lampiran F (informatif)

Penentuan perbandingan tekanan udara kering

Perbandingan tekanan udara kering digunakan pada rumus (3) diberikan pada Tabel F.1 di bawah ini untuk nilai $a = 1$ dari acuan A, E dan G untuk nilai-nilai berbeda dari tekanan barometer total (p_x) dan tekanan uap air $\varphi_x p_{sx}$. Bila tekanan uap air tidak diketahui bisa didapatkan dari suhu udara dan kelembaban relatif dengan menggunakan Tabel G.1.

Tabel F.1 – Nilai perbandingan tekanan udara kering

Ketinggian dari permukaan laut (m)	Total tekanan barometer, p_x (kPa)	Nilai perbandingan tekanan udara kering ($\frac{p_x - a\varphi_x p_{sx}}{p_r - a\varphi_r p_{sr}}$)													
		Tekanan uap air $\varphi_x p_{sx}$ (kPa)													
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0	100,3	1,02	1,01	1,00	0,99	0,98	0,97	0,96	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91	0,90	0,89
100	100,0	1,01	1,00	0,98	0,97	0,98	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91	0,90	0,89	0,88	0,87
200	98,9	0,99	0,98	0,97	0,96	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91	0,90	0,89	0,88	0,87	0,86
400	96,7	0,97	0,96	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91	0,90	0,89	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84
600	94,4	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91	0,90	0,89	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,82
800	92,1	0,93	0,92	0,91	0,90	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,82	0,81	0,80	0,79
1000	89,9	0,90	0,89	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,82	0,81	0,80	0,79	0,78	0,77
1200	87,7	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,82	0,81	0,80	0,79	0,78	0,77	0,76	0,75
1400	85,6	0,86	0,85	0,84	0,83	0,82	0,81	0,80	0,79	0,78	0,77	0,76	0,75	0,74	0,73
1600	83,5	0,84	0,83	0,82	0,81	0,80	0,79	0,78	0,77	0,76	0,75	0,74	0,73	0,72	0,71
1800	81,5	0,82	0,81	0,80	0,79	0,78	0,77	0,76	0,75	0,74	0,73	0,72	0,71	0,70	0,69
2000	79,5	0,80	0,79	0,78	0,77	0,76	0,75	0,74	0,73	0,72	0,71	0,70	0,69	0,68	0,67
2200	77,6	0,78	0,77	0,76	0,75	0,74	0,73	0,72	0,71	0,70	0,69	0,68	0,67	0,66	0,65
2400	75,6	0,76	0,75	0,74	0,73	0,72	0,71	0,70	0,69	0,68	0,67	0,66	0,65	0,64	0,63
2600	73,7	0,74	0,73	0,72	0,71	0,70	0,69	0,68	0,67	0,66	0,65	0,64	0,63	0,62	0,61
2800	71,9	0,72	0,71	0,70	0,69	0,68	0,67	0,66	0,65	0,64	0,63	0,62	0,61	0,60	0,59
3000	70,1	0,70	0,69	0,68	0,67	0,66	0,65	0,64	0,63	0,62	0,61	0,60	0,59	0,58	0,57
3200	68,4	0,69	0,68	0,67	0,66	0,65	0,64	0,63	0,62	0,61	0,60	0,58	0,57	0,56	0,55
3400	66,7	0,67	0,66	0,65	0,64	0,63	0,62	0,61	0,60	0,59	0,58	0,57	0,56	0,55	0,54
3600	64,9	0,65	0,64	0,63	0,62	0,61	0,60	0,59	0,58	0,57	0,56	0,55	0,54	0,53	0,52
3800	63,2	0,63	0,62	0,61	0,60	0,59	0,58	0,57	0,56	0,55	0,54	0,53	0,52	0,51	0,50
4000	61,5	0,62	0,61	0,60	0,59	0,58	0,57	0,56	0,55	0,54	0,53	0,52	0,51	0,50	0,48
4200	60,1	0,60	0,59	0,58	0,57	0,56	0,55	0,54	0,53	0,52	0,51	0,50	0,49	0,48	0,47
4400	58,5	0,59	0,58	0,57	0,56	0,55	0,54	0,53	0,52	0,51	0,50	0,48	0,47	0,46	0,45
4600	56,9	0,57	0,56	0,55	0,54	0,53	0,52	0,51	0,50	0,49	0,48	0,47	0,46	0,45	0,44
4800	55,3	0,55	0,54	0,53	0,52	0,51	0,50	0,49	0,48	0,47	0,46	0,45	0,44	0,43	0,42
5000	54,1	0,54	0,53	0,52	0,51	0,50	0,49	0,48	0,47	0,46	0,45	0,44	0,43	0,42	0,41

Lampiran G (informatif)

Tabel untuk menentukan tekanan uap air, perbandingan dan faktor

G.1 Penentuan tekanan uap air

Tekanan uap air ($\phi_x p_{sx}$) diberikan pada Tabel G.1 di bawah ini di dalam satuan kPa, untuk perbedaan nilai suhu udara t_x (°C) dan kelembaban relatif ϕ_x .

Tabel G.1 – Penentuan tekanan uap air

t_x (°C)	Tekanan uap air ($\phi_x p_s$), kPa								
	Kelembaban relatif (ϕ_x) %								
	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2
-10	0,30	0,27	0,24	0,21	0,18	0,15	0,12	0,09	0,06
-9	0,30	0,29	0,26	0,23	0,20	0,16	0,13	0,10	0,07
-8	0,35	0,32	0,28	0,25	0,21	0,18	0,14	0,11	0,07
-7	0,38	0,34	0,30	0,27	0,23	0,19	0,15	0,11	0,08
-6	0,41	0,36	0,32	0,28	0,24	0,20	0,16	0,12	0,08
-5	0,43	0,39	0,35	0,30	0,26	0,22	0,17	0,13	0,09
-4	0,46	0,41	0,37	0,32	0,28	0,23	0,18	0,14	0,09
-3	0,49	0,44	0,39	0,34	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10
-2	0,53	0,47	0,42	0,37	0,32	0,26	0,21	0,16	0,10
-1	0,50	0,50	0,45	0,39	0,34	0,28	0,22	0,17	0,11
0	0,60	0,54	0,48	0,42	0,36	0,30	0,24	0,18	0,12
1	0,60	0,58	0,51	0,45	0,39	0,32	0,26	0,19	0,13
2	0,69	0,62	0,55	0,48	0,41	0,34	0,28	0,21	0,14
3	0,74	0,66	0,59	0,52	0,44	0,37	0,30	0,22	0,15
4	0,79	0,71	0,63	0,55	0,47	0,40	0,32	0,24	0,16
5	0,85	0,76	0,68	0,59	0,51	0,42	0,34	0,25	0,17
6	0,91	0,82	0,73	0,64	0,55	0,46	0,36	0,27	0,18
7	0,98	0,88	0,78	0,68	0,59	0,49	0,39	0,29	0,20
8	1,05	0,94	0,84	0,73	0,63	0,52	0,42	0,31	0,21
9	1,12	1,01	0,90	0,78	0,67	0,56	0,45	0,34	0,22
10	1,20	1,08	0,96	0,84	0,72	0,60	0,48	0,36	0,24
11	1,28	1,16	1,03	0,90	0,77	0,64	0,51	0,39	0,26
12	1,37	1,24	1,10	0,96	0,82	0,69	0,55	0,41	0,27
13	1,47	1,32	1,17	1,03	0,88	0,73	0,59	0,44	0,29
14	1,47	1,41	1,25	1,10	0,94	0,78	0,63	0,47	0,31
15	1,67	1,51	1,34	1,17	1,00	0,84	0,67	0,50	0,33
16	1,79	1,61	1,43	1,25	1,07	0,89	0,71	0,54	0,36
17	1,90	1,71	1,52	1,33	1,14	0,95	0,76	0,57	0,38
18	2,03	1,83	1,62	1,42	1,22	1,01	0,81	0,61	0,41
19	2,16	1,94	1,73	1,51	1,30	1,08	0,86	0,65	0,43
20	2,30	2,07	1,84	1,61	1,38	1,15	0,92	0,69	0,46
21	2,45	2,20	1,96	1,71	1,47	1,22	0,98	0,73	0,49

Tabel G.1 – Lanjutan

t_x (°C)	Tekanan uap air ($\phi_x p_s$), kPa								
	Kelembaban relatif (ϕ_x) %								
	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2
22	2,60	2,34	2,08	1,82	1,56	1,30	1,04	0,78	0,52
23	2,77	2,49	2,21	1,94	1,66	1,38	1,11	0,83	0,55
24	2,94	2,56	2,35	2,06	1,76	1,47	1,18	0,88	0,59
25	3,12	2,81	2,50	2,19	1,87	1,56	1,25	0,94	0,62
26	3,32	2,98	2,65	2,32	1,99	1,66	1,33	0,99	0,66
27	3,52	3,17	2,82	2,46	2,11	1,76	1,41	1,06	0,70
28	3,73	3,36	2,99	2,61	2,24	1,87	1,49	1,12	0,75
29	3,96	3,56	3,17	2,77	2,38	1,98	1,58	1,19	0,79
30	4,20	3,78	3,36	2,94	2,52	2,10	1,68	1,26	0,84
31	4,45	4,01	3,56	3,12	2,67	2,23	1,78	1,34	0,89
32	4,72	4,25	3,78	3,30	2,83	2,36	1,89	1,42	0,94
33	5,00	4,50	4,00	3,50	3,00	2,50	2,00	1,50	1,00
34	5,29	4,76	4,24	3,71	3,18	2,65	2,12	1,59	1,06
35	5,60	5,04	4,48	3,92	3,36	2,80	2,24	1,68	1,12
36	5,93	5,34	4,74	4,15	3,56	2,97	2,37	1,78	1,19
37	6,27	5,64	5,02	4,89	3,76	3,14	2,51	1,88	1,25
38	6,63	5,97	5,30	4,64	3,98	3,32	2,65	1,99	1,33
39	7,01	6,81	5,61	4,90	4,20	3,50	2,80	2,10	1,40
40	7,40	6,66	5,92	5,18	4,44	3,70	2,96	2,22	1,48
41	7,81	7,03	6,25	5,47	4,69	3,91	3,12	2,34	1,56
42	8,24	7,42	6,59	5,77	4,94	4,12	3,30	2,47	1,65
43	8,69	7,82	6,95	6,08	5,21	4,34	3,47	2,61	1,74
44	9,15	8,24	7,32	6,41	5,49	4,58	3,66	2,75	1,83
45	9,63	8,67	7,71	6,74	5,78	4,82	3,85	2,89	1,93
46	10,13	9,12	8,11	7,09	6,08	5,07	4,05	3,04	2,03
47	10,65	9,58	8,52	7,45	6,39	5,33	4,26	3,20	2,13
48	11,18	10,07	8,95	7,83	6,71	5,59	4,47	3,36	2,24
49	11,73	10,56	9,39	8,21	7,04	5,87	4,69	3,52	2,35
50	12,30	11,07	9,84	8,61	7,38	6,15	4,92	3,69	2,46

Lampiran H (informatif)

Petunjuk pengujian untuk memenuhi persyaratan unjuk kerja

I. Persiapan pengujian:

- 1.1. Pastikan Mesin yang akan diuji sudah disetting pada meja uji dengan benar.
- 1.2. Pastikan baut pengikat mesin dengan landasan maupun landasan dengan meja uji sudah kencang
- 1.3. Pastikan kopling yang menghubungkan mesin dengan dynamometer / alat uji terpasang secara langsung (*direct Couple*) dalam kondisi lurus, seimbang sehingga tidak menyebabkan getaran ataupun penyerapan daya
- 1.4. Pastikan beberapa peralatan ukur sudah dipasangkan antara lain :
 - 1.4.1. Termokopel 1 untuk mengukur suhu gas keluar pada manifold (T_g) dipasang pada manifold / pangkal muffler,
 - 1.4.2. Termokopel 2 untuk mengukur suhu minyak pelumas (T_o) dipasang pada Plug Oil level pada Gear Case
 - 1.4.3. Termokopel 3 untuk mengukur suhu udara sekitar (T_{a1}) dipasang ruang uji dengan jarak minimal 1,5 m dari lubang masuk motor
 - 1.4.4. Termokopel 4 untuk mengukur suhu udara pada lubang masuk motor (T_{a2}) dipasang pada *intake port* (*Air Cleaner Assy*).
 - 1.4.5. Termokopel 5 untuk mengukur suhu pendingin (T_{cool}) dipasang pada *Drain Pipe/Drain Plug*. (kran pendingin)
 - 1.4.6. Termokopel 6 untuk mengukur suhu bahan bakar (T_f) dipasang pada pipa saluran bahan bakar ke motor setelah flow meter .
- 1.5. Pastikan termometer basah dan kering (*Wet & Dry*) untuk mengukur suhu ruang sudah terpasang pada ruang pengujian dan dapat berfungsi dengan baik.
- 1.6. Pastikan Barometer untuk mengukur tekanan udara ruangan sudah terpasang pada ruang pengujian dan dapat berfungsi dengan baik.
- 1.7. Pastikan bahan bakar yang masuk ke mesin uji sudah melalui *Flow Meter*.
- 1.8. Pastikan manometer untuk mengukur tekanan minyak pelumas (Oli) sudah dipasangkan pada *Oil Signal port* atau saluran oli lainnya.
- 1.9. Pastikan alat pengukur *exhaust gas* sudah dipasang pada saluran gas buang sesudah silencer dan dapat berfungsi dengan baik.
- 1.10. Pastikan mesin sudah diisi minyak pelumas sesuai kapasitas mesin
- 1.11. Pastikan mesin sudah diisi air pendingin sesuai kapasitas mesin
- 1.12. Pastikan instalasi air pendingin sudah dipasang dengan baik (khusus model *Hopper*)
- 1.13. Pastikan *safety device* dapat berfungsi dengan baik.

II. Pengujian Mesin Tahap Pemanasan (*Warming Up*):

- 2.1. Putar mesin dengan *starting handle*, dan pastikan tidak ada suara aneh yang terdengar.
- 2.2. Hidupkan Mesin
- 2.3. Jalankan mesin pada kondisi *Idling rpm* selama 3 ~ 5 menit.
- 2.4. Periksa kondisi mesin untuk memastikan bahwa mesin tidak terjadi kebocoran bahan bakar, Air pendingin , gas maupun kebocoran minyak pelumas.
- 2.5. Jalankan mesin sesuai tabel berikut:

Putaran mesin (rpm)	Load / beban Kontinyu	W a k t u
80 % dari maksimum rpm No Load	0	10 menit
rpm kontinyu	50 %	10 menit
rpm kontinyu	100 %	20 menit

III. Pengujian mesin tahap pengukuran (Pattern 1):

Pengujian tahap ini dilakukan untuk memperoleh nilai : Daya rem maksimum (P_e), Daya rem kontinyu (P_e), Kecepatan putar motor (n), Momen puntir maksimum (T_{tq}), Konsumsi bahan bakar spesifik (g_f), Konsumsi bahan bakar (G_f), Karakteristik pengeluaran gas buang (N), Tekanan minyak pelumas (p_o), Suhu gas keluar pada manifold (T_g), Suhu minyak pelumas (T_o)

3.1. Pastikan suhu minyak pelumas (T_o) dalam kondisi stabil (diatas 80 ° C)

3.2. Lakukan pengujian dan pengukuran seperti tabel berikut:

Pengu kuran	Waktu	Kondisi Beban	rpm	Item Pengukuran	Keterangan
P 1	2 menit	Kontinyu	Kontinyu	T_{tq} , P_e , G_f , g_f , T_o , T_g , p_o , N , n	rpm diseting dengan mengatur throttle, dan Beban disetting kontinyu
P 2	2 menit	0	Menyesuaikan	rpm	Beban dilepas
P 3	2 menit	0	Maksimum	rpm	Maksimum throttle
P 4	2 menit	25 % x Beban kontinyu	Menyesuaikan	T_{tq} , P_e , G_f , g_f , T_o , T_g , p_o , N , n	NO = rpm pada beban maksimum yang sudah ditentukan dalam spesifikasi (± 10 rpm)
P 5	2 menit	50 % x Beban kontinyu	Menyesuaikan	T_{tq} , P_e , G_f , g_f , T_o , T_g , p_o , N , n	sda
P 6	2 menit	75 % x Beban kontinyu	Menyesuaikan	T_{tq} , P_e , G_f , g_f , T_o , T_g , p_o , N , n	sda
P 7	2 menit	NO (Beban maksimum)	Sesuai spesifikasi	T_{tq} , P_e , G_f , g_f , T_o , T_g , p_o , N , n	sda
P 8	2 menit	NO – 50 rpm	Menyesuaikan	T_{tq} , P_e , G_f , g_f , T_o , T_g , p_o , N , n	sda
P 9	2 menit	NO – 100 rpm	Menyesuaikan	T_{tq} , P_e , G_f , g_f ,	sda

				T_o, T_g, p_o, N, n	
P 10	2 menit	NO – 200 rpm	Menyesuaikan	$T_{tq}, P_e, G_f, g_f, T_o, T_g, p_o, N, n$	sda
P 11	2 menit	NO - 300 rpm	Menyesuaikan	$T_{tq}, P_e, G_f, g_f, T_o, T_g, p_o, N, n$	sda
P 12	2 menit	NO – 400 rpm	Menyesuaikan	$T_{tq}, P_e, G_f, g_f, T_o, T_g, p_o, N, n$	sda
P 13	2 menit	NO – 500 rpm	Menyesuaikan	$T_{tq}, P_e, G_f, g_f, T_o, T_g, p_o, N, n$	sda
P 14	2 menit	NO – 600 rpm	Menyesuaikan	$T_{tq}, P_e, G_f, g_f, T_o, T_g, p_o, N, n$	sda
P 15	2 menit	NO – 700 rpm	Menyesuaikan	$T_{tq}, P_e, G_f, g_f, T_o, T_g, p_o, N, n$	sda
P 16	2 menit	NO – 800 rpm	Menyesuaikan	$T_{tq}, P_e, G_f, g_f, T_o, T_g, p_o, N, n$	sda
P 17	2 menit	NO – 900 rpm	Menyesuaikan	$T_{tq}, P_e, G_f, g_f, T_o, T_g, p_o, N, n$	sda
P 18	2 menit	NO – 1000 rpm	Menyesuaikan	$T_{tq}, P_e, G_f, g_f, T_o, T_g, p_o, N, n$	sda
P 19	2 menit	NO – 1100 rpm	Menyesuaikan	$T_{tq}, P_e, G_f, g_f, T_o, T_g, p_o, N, n$	sda
P 20	2 menit	NO – 1200 rpm	Menyesuaikan	$T_{tq}, P_e, G_f, g_f, T_o, T_g, p_o, N, n$	sda
P 21	2 menit	NO – 1300 rpm	Menyesuaikan	$T_{tq}, P_e, G_f, g_f, T_o, T_g, p_o, N, n$	Sda
P 22	2 menit	NO – 1400 rpm	Menyesuaikan	$T_{tq}, P_e, G_f, g_f, T_o, T_g, p_o, N, n$	sda
P 23	2 menit	NO – 1500 rpm	Menyesuaikan	$T_{tq}, P_e, G_f, g_f, T_o, T_g, p_o, N, n$	sda
P 24	2 menit	0 Idling	Menyesuaikan	rpm	rpm terendah (dibawah 1000 rpm) Cooling down mesin

Keterangan : Mulai dari P 8 sampai dengan P 23 dilakukan hanya sampai dengan diperoleh nilai momen puntir maksimum

IV. Pengujian Mesin Tahap Pengukuran (Pattern 2) :

Pengujian tahap ini dilakukan untuk memperoleh nilai : konsumsi minyak pelumas (c_{cyl}), pengujian ini dilaksanakan setelah mesin selesai pengujian Pattern 1

- 4.1. Lakukan Persiapan Pengujian sesuai dengan poin I diatas.
- 4.2. Lakukan Pengujian tahap Pemanasan (Warming Up) sesuai poin II diatas
- 4.3. Matikan mesin.
- 4.4. Keluarkan Minyak Pelumas dari mesin dengan cara membuka Oil Drain Plug selama waktu tertentu.
- 4.5. Siapkan minyak pelumas sesuai dengan kapasitas mesin pada gelas ukur (lt)
- 4.6. Ukur berat minyak pelumas termasuk gelas ukur dan Corong nya (gr)
- 4.7. Masukkan minyak pelumas kedalam mesin uji
- 4.8. Ukur kembali berat tempat minyak pelumas dan corongnya (gr), untuk memastikan jumlah minyak pelumas yang masuk kedalam mesin :
(4.6. – 4.8. = Berat minyak pelumas sebelum test (A)
- 4.9. Hidupkan mesin dan lakukan warming up \pm 10 menit
- 4.10. Jalankan mesin dengan beban kontinyu selama 6 jam
- 4.11. Matikan mesin setelah selesai 6 jam
- 4.12. Ukur berat tempat minyak pelumas dan alat bantu nya
- 4.13. Keluarkan Minyak Pelumas dari mesin dengan cara membuka Oil Drain Plug selama waktu tertentu. (waktunya sama dengan 4.4 pada saat mengeluarkan minyak pelumas)
- 4.14. Ukur berat minyak pelumas termasuk gelas ukur dan alat bantu nya (gr)
- 4.15. Hitung jumlah minyak pelumas yang dikeluarkan dari mesin dengan cara :
(4.14 – 4.12 = Berat minyak pelumas sesudah Test (B))
- 4.16. Hitung pemakaian minyak pelumas :

$$\text{Pemakaian Minyak Pelumas} = (A - B) / (\text{tenaga kontinyu} \times \text{waktu (jam)})$$

$$\text{Gr / HP.jam}$$

$$\text{Gr / KW.jam}$$

Blangko Pengujian Motor bakar Penyalaan Kompresi gerak bolak balik

M o d e l	
M a k e r	
Tanggal Pengujian	

Nama Penguji	
--------------	--

Time	n	T _{tq}	P _e	G _f	g _f	p _o (Oil Pres sure)	T _o (Oil temp)	T _{a1} (Room temp)	T _g (Exh temp)	T _{a2} (inlet air temp)	T _{cool} (Coo lant temp)	T _f (fuel temp)	P _a (air pres sure)	N (exh co lour)
HH:MM	rpm	N.m	kW	L / hr	g/kW.hr	kPa	° C	° C	° C	° C	° C	° C	kPa	% / Bosh



Bibliografi

ISO 3046-1: 2002, *Reciprocating internal combustion engines – Performance – Part 1: Declarations of power, fuel and lubricating oil consumptions, and test methods – Additional requirements for engines for general use* dan

ISO 3046-3: 2006, *Reciprocating internal combustion engines – Performance – Part 3: Test measurements.*

SNI 05 - 0119 - 2000, *Motor bakar gerak bolak balik untuk kegunaan umum – Unjuk kerja dan cara uji*

Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor: KEP-35/MENLH/10/1993 tentang ambang batas emisi gas buang kendaraan bermotor.

